

ANALISIS KARAKTERISTIK ARUS LAUT UNTUK PEMANFAATAN POTENSI ENERGI ALTERNATIF DI PERAIRAN SELAT GASPAR

Erinne Natalie, Purwanto^{*)}, Aris Ismanto^{*)}, Bayu Priyono^{)}**

^{*)} Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275
Email: purwantoirh@gmail.com, aris.ismanto@gmail.com

^{**)} Balai Penelitian dan Observasi Laut Jl. Baru Perancak, Negara – Jembrana
Tlp. (03665) 44266 / Fax. (0365) 44278 Bali 82251
Email: depth_trench@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia berkembang pesat khususnya energi listrik, ketergantungan terhadap energi fosil untuk menghasilkan listrik menyebabkan kelemahan dalam menerapkan pemerataan kebijakan energi. Pengoptimalan sumber energi terus diupayakan karena Indonesia memiliki beragam sumber energi, seperti sumber energi alternatif terbarukan yang berasal dari laut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik arus laut di setiap lapisan kedalaman dan seberapa besar potensi energi yang dapat dihasilkan dari pergerakan arus di perairan Selat Gaspar. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan penentuan lokasi dengan metode *purposive sampling*. Data yang digunakan meliputi data arus laut bulan Juli 2012, September 2012, Desember 2012 dan Peta Bathimetri. Pengolahan data pemodelan numerik menggunakan modul *flow model* pada *grid flexible mesh* serta dilanjutkan dengan perhitungan potensi energi arus laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik arus laut di setiap lapisan kedalaman memiliki pola arus dengan kecepatan yang berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman sampai mendekati dasar yang disebabkan oleh gaya gesekan dengan arah arus rotasi yang menyebabkan terjadinya pembelokan. Kecepatan arus maksimum terjadi pada bulan Desember saat kondisi surut menuju pasang dengan nilai kecepatan 2,120 m/det dimana potensi rapat daya yang dihasilkan sebesar 4883,165 W/m². Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa karakteristik arus laut perairan Selat Gaspar dipengaruhi oleh kondisi pasang surut, namun lebih didominasi angin.

Kata Kunci: *Arus Laut, Potensi Energi, Selat Gaspar*

Abstract

Energy needs in Indonesia is growing rapidly, particularly electrical energy, the dependence on fossil energy sources in the fulfillment of consumption to generate electricity is still high, causing weakness in applying the equitable distribution of energy policy. Optimization of energy sources should be pursued because Indonesia has a diverse energy sources one of which is a renewable alternative energy sources derived from ocean currents. The purpose of this analysis are to determine the characteristics of ocean currents in each layer of depth and how much the potential energy can be generated from the movement of currents in the Gaspar Strait. This analysis uses a quantitative method by determining the location using purposive sampling method. The analysis data used is the ocean currents data in July 2012, September 2012, December 2012 and Bathymetry map, after that conducted a numerical modeling by using flow model module on grid flexible mesh and followed by a calculation of the potential energy. Result from this analysis showed that the characteristic of ocean currents in each layer of depth has the same patterns, the velocity reduced as the depth layer goes deeper close to the bottom which caused by friction with the rotation of currents direction that creates a great deflection at the bottom depth layer. The velocity maximum flow currents occurred in December, when in ebb toward condition is 2,120 m/s and the potential of the power density is 4883,165 W/m². Based from the results, it can be concluded that the characteristics of the ocean currents in the Gaspar Strait is controlled by the tidal conditions which is not independent because it is also influenced by the wind.

Keywords: *Ocean Currents, Potential Energy, Gaspar Strait*

1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kekayaan alam yang mempunyai nilai strategis bagi pembangunan nasional secara berkelanjutan, namun sampai saat ini ketergantungan terhadap energi fosil khususnya minyak bumi dalam pemenuhan konsumsi untuk menghasilkan listrik di dalam negeri masih tinggi, yaitu sebesar 78% (minyak bumi 39%, gas 17%, batubara 22%) dari total konsumsi pada tahun 2012 (Sugiono, 2015). Hal tersebut dapat menyebabkan cadangan energi fosil habis dan kelemahan dalam menerapkan pemerataan kebijakan energi (Yuningsih *et al.*, 2012).

Sumber energi beragam, salah satunya adalah sumber energi alternatif terbarukan yang berasal dari laut. Erwandi (2005) menyatakan, keunggulan penggunaan energi terbarukan adalah tingkat polusi yang rendah sehingga tidak menimbulkan dampak eksternal yang akan mempercepat global warming. Eksploitasi energi terbarukan merupakan suatu sistem produksi yang *sustainable* sehingga tidak perlu dikhawatirkan akan kehabisan sumbernya.

Sumber energi kelautan menyimpan energi yang dapat digunakan, seperti arus laut yang memiliki potensi besar. Arus yang mempunyai potensi energi besar umumnya terdapat pada selat, teluk atau tempat – tempat dimana arus mengalami penyempitan karena didukung oleh ketersediaan sumber pembangkit, yaitu kecepatan arus yang optimal. Hal tersebut akan menjadi kunci kebutuhan teknologi energi alternatif terbarukan lepas pantai yang sukses.

Selat Gaspar merupakan perairan yang berada di antara Pulau Liat dan Pulau Mendanau yang termasuk ke dalam pulau – pulau kecil di Kepulauan Bangka – Belitung. Permasalahan mendesak di pulau tersebut adalah terbatasnya pasokan listrik karena pembangkit listrik yang tidak efisien diakibatkan oleh kualitas pelayanan yang tidak seimbang dengan peningkatan kebutuhan listrik (Meirotbie, 2008).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik arus laut di setiap lapisan kedalaman perairan dan seberapa besar nilai potensi energi yang dapat dihasilkan dari pergerakan arus di perairan Selat Gaspar.

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan berupa data sekunder. Data sekunder meliputi data arus laut bulan Juli 2012, September 2012, Desember 2012, dan peta Bathimetri. Data arus laut dengan pengukuran 7 x 24 jam selama 1 bulan, interval 1 jam dan 30 lapisan kedalaman, sedangkan peta Bathimetri yang digunakan adalah peta Bathimetri Selat Gaspar yang diperbaharui oleh Dinas Hidro – Oseanografi tahun 2002 dengan skala 1 : 200.000.

B. Metode Penelitian

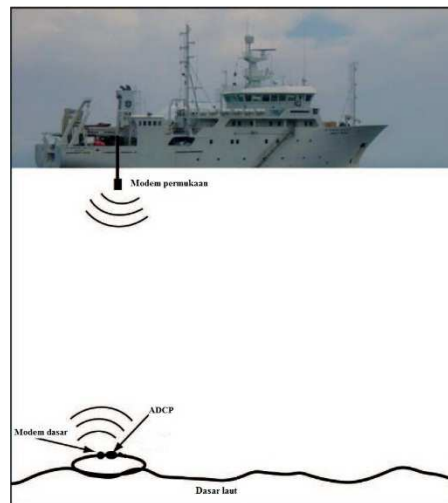
Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Menurut Kasiram (2008) metode kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisa keterangan mengenai apa yang diketahui. Asumsi penelitian kuantitatif (Kasiram, 2008) didasarkan pada realitas yang menjadi sasaran penelitian cenderung bersifat tetap dan hasil penelitian berupa generalisasi sehingga dengan metode ini dapat mendeskripsikan gambaran mengenai pola arus laut perairan Selat Gaspar.

Penentuan lokasi pengukuran arus menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu metode menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu dari peneliti untuk memperlihatkan kemudahan dalam pencapaian (Sudjana, 1992 dalam Hendry *et al.*, 2005). Penentuan titik lokasi arus (penambatan ADCP) terletak pada koordinat 2°34'48"LS 107°15'0"BT.

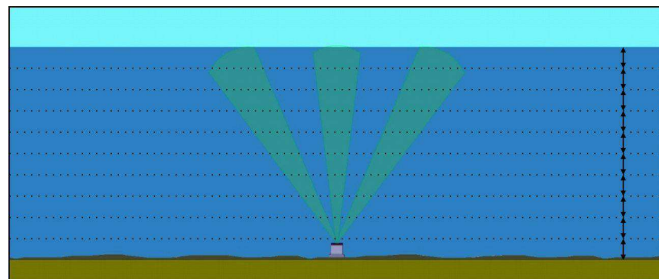
Data Arus

Pengukuran data arus menggunakan peralatan statis, yaitu peralatan yang ditenamkan di laut pada jangka waktu dan posisi pada kedalaman tertentu. Pengukuran arus menggunakan metode euler dengan teknik penambatan ADCP di dasar perairan menggunakan *Trawl Resistant Bottom Mount* (TRBM). Gambar 1 menjelaskan bahwa modem dasar pada TRBM yang telah terhubung ke ADCP digunakan sebagai alat komunikasi dengan mengirimkan sinyal ke modem permukaan kapal, kemudian terhubung ke layar monitor untuk mengatur parameter pengukuran atau pengambilan data (Susanto *et al.*, 2013). Penambatan ADCP diletakkan pada satu lokasi dengan 30 lapisan kedalaman.

ADCP yang digunakan adalah jenis FlowQuest dengan frekuensi 300 kHz maka interval minimal per lapisan kedalaman adalah 1 m dari dasar perairan dengan interval perekaman 1 jam, total lama perekaman bulan Juli 2012 (31 hari x 24 jam), September 2012 (30 hari x 24 jam) dan Desember (31 hari x 24 jam).



Gambar 1. Skema Konfigurasi Pengambilan Data



Gambar 2. Skema Lapisan Kedalaman ADCP

Analisis rapat daya yang dihasilkan dari aliran arus laut yang dialiri kecepatan rata – rata dapat dihitung menggunakan pendekatan persamaan Fraenkel (Moreno, 2008) sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \dots \dots \dots (1)$$

dimana P adalah daya (W/m^2), ρ adalah densitas air laut (Kg/m^3), A adalah luas bidang dalam pendekatan potensi dapat diberi nilai 1 (m^2), dan V adalah kecepatan aliran arus (m/det).

Bathimetri

Peta Bathimetri Selat Gaspar yang digunakan dikeluarkan oleh Dinas Hidro – Oseanografi telah diperbarui pada tahun 2002 dengan skala 1 : 200.000. Peta tersebut merupakan peta dasar pembangun model dan sebagai masukan garis pantai dalam membangun daerah domain model.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Arus Laut

Hasil pengukuran bulan Juli untuk mewakili musim timur, bulan September mewakili musim peralihan II, dan bulan Desember mewakili musim barat diperoleh kecepatan dan arah arus setiap lapisan kedalaman yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan dan Arah Arus Bulan Juli, September dan Desember

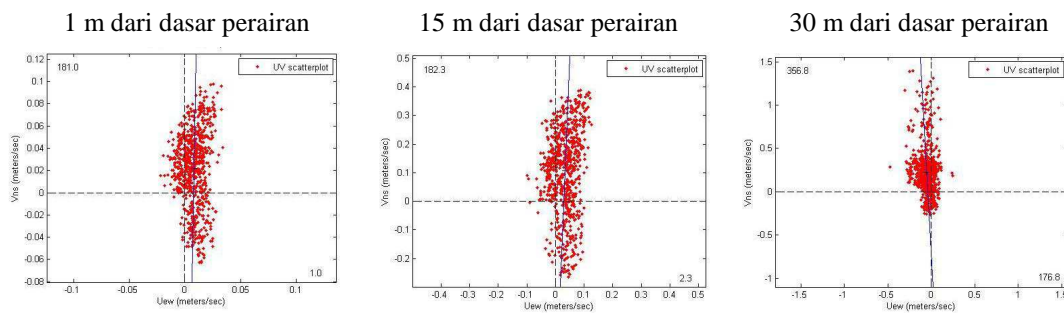
Layer	Juli		September		Desember	
	Kecepatan (m/det)	Arah (°)	Kecepatan (m/det)	Arah (°)	Kecepatan (m/det)	Arah (°)
1	0,101	18,8	0,089	186,8	0,194	177,6
2	0,199	18,8	0,175	186,8	0,383	177,6
3	0,294	18,8	0,259	186,8	0,565	177,6
4	0,387	18,8	0,340	186,8	0,573	176,3
5	0,394	16,4	0,345	183	0,579	176
6	0,392	15,2	0,350	181,2	0,581	175,7
7	0,386	12,4	0,352	180,5	0,590	175,6
8	0,392	10,2	0,392	182,3	0,608	176
9	0,401	11,7	0,364	177,8	0,622	176,2
10	0,417	14,3	0,382	176,3	0,618	175,4
11	0,412	15	0,382	176	0,612	174,3
12	0,396	14,2	0,390	180,7	0,633	182,8
13	0,394	14,7	0,392	178,1	0,639	174,5
14	0,401	14,1	0,411	177,7	0,642	173,5
15	0,401	15,3	0,414	178,5	0,947	182,2
16	0,399	17	0,409	180,5	0,958	181,6
17	0,406	16,4	0,416	183,5	1,186	181,2
18	0,415	14,6	0,423	183,4	1,082	181,2
19	0,414	13,8	0,427	176,3	1,596	177,1
20	0,403	13,7	0,442	177,1	1,493	176,8
21	0,418	15,4	0,439	182,6	1,643	181,5
22	0,429	15,1	0,447	184,6	1,576	179,2
23	0,418	14,4	0,455	181,3	1,821	179,1
24	0,758	1,8	0,467	181,7	1,480	171,4
25	0,914	1	0,470	181,7	1,927	172
26	0,887	0,9	0,515	352,3	1,918	170,8
27	1,080	2,1	0,692	356,5	1,890	178,1
28	1,092	359,7	0,783	351	1,941	178,1
29	1,348	351,2	1,099	353,2	1,992	178,1
30	1,381	351,2	1,099	353,2	2,041	178,1

Tabel 1 memperlihatkan kecepatan dan arah arus setiap lapisan kedalaman berdasarkan pengukuran ADCP. Kecepatan arus mengalami pengurangan seiring dengan bertambahnya kedalaman sampai mendekati dasar. Hal tersebut terjadi akibat adanya gaya gesekan antara lapisan kedalaman sesuai dengan pernyataan Hadi dan Radjawane (2009), selain itu arus yang disebabkan oleh pasang surut dipengaruhi gesekan dasar (*bottom friction*).

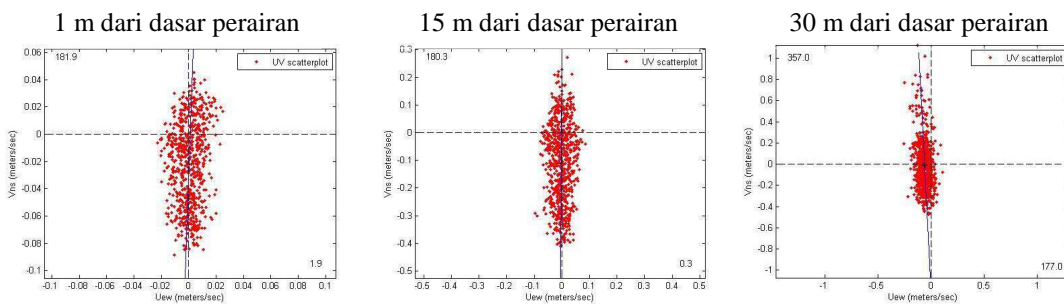
Kecepatan arus pada bulan Juli sebesar 1,381 m/det pada lapisan 30 dengan kedalaman ± 1 m dari permukaan. Kecepatan arus bulan September sebesar 1,099 m/det pada lapisan 30 dengan kedalaman ± 1 m dari permukaan, sedangkan kecepatan arus bulan Desember sebesar 2,041 m/det pada lapisan 30 dengan kedalaman ± 1 m dari permukaan.

Kecepatan arus pada lapisan 30 dengan kedalaman ± 1 m dari permukaan merupakan kecepatan maksimum yang dimiliki bulan Juli, September, dan Desember. Kecepatan arus berdasarkan pengukuran yang memiliki nilai diatas batas syarat turbin (*cut in speed*) sebesar 0,3 m/det hanya terjadi pada bulan Desember yang mewakili musim barat.

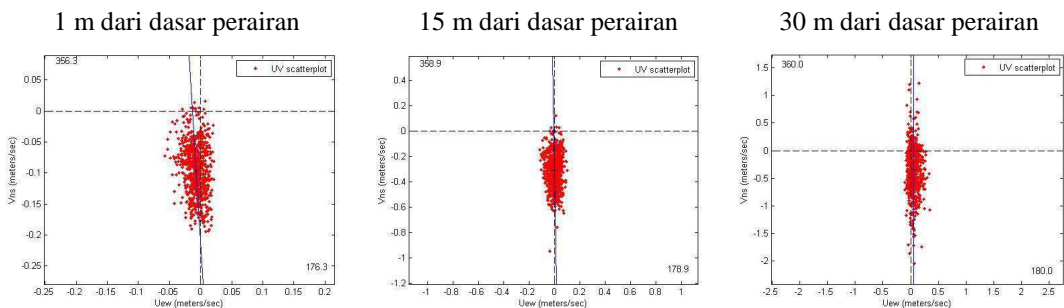
Kecepatan arus yang dimiliki daerah Selat Gaspar kurang berpotensi karena kecepatan maksimum diatas batas syarat turbin hanya terjadi saat musim barat dan tidak berkelanjutan.



Gambar 3. Scatter Plot Kecepatan dan Arah Arus Bulan Juli

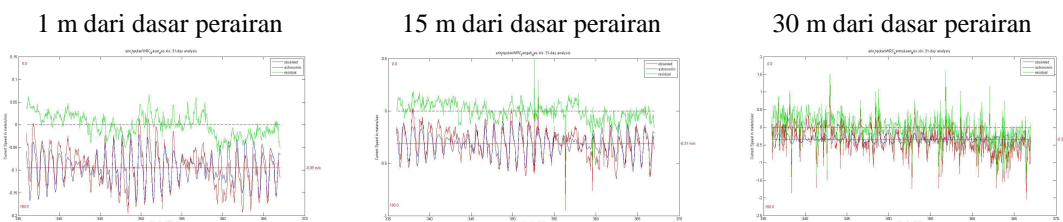


Gambar 4. Scatter Plot Kecepatan dan Arah Arus Bulan September



Gambar 5. Scatter Plot dan Arah Arus Bulan Desember

Gambar 3 – Gambar 5 menggambarkan arus rotasi berbentuk elips. Arus rotasi disebabkan oleh hembusan angin yang menciptakan gesekan di setiap lapisan. Pembelokan pada dasar perairan terlihat lebih besar daripada pembelokan yang terjadi di lapisan kedalaman menuju ke permukaan. Hal tersebut diakibatkan oleh kecepatan arus yang berkurang pada lapisan kedalaman mendekati dasar (Hadi dan Radjawane, 2009).



Gambar 6. Grafik Pemisah Arus

Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan antara arus pasang surut, arus pada pengukuran lapangan dan arus residu (*non* – pasang surut).

Nilai persentase berdasarkan grafik tersebut untuk dasar perairan sebesar 3,38%; tengah perairan sebesar 9,70%; permukaan sebesar 10,38%. Nilai tersebut memperlihatkan faktor penggerak arus di perairan Selat Gaspar tidak hanya dipengaruhi oleh pasang surut, memungkinkan aktifitas arus masih dipengaruhi oleh angin.

Angin yang mempengaruhi secara khusus adalah angin musiman karena Dale (1956) dan Wyrski (1961) dalam Fang *et al.* (2005) meyakini bahwa arus pada selat di Indonesia yang berhubungan dengan Laur China Selatan terpengaruh oleh angin musiman yang mengikuti kondisi alam.

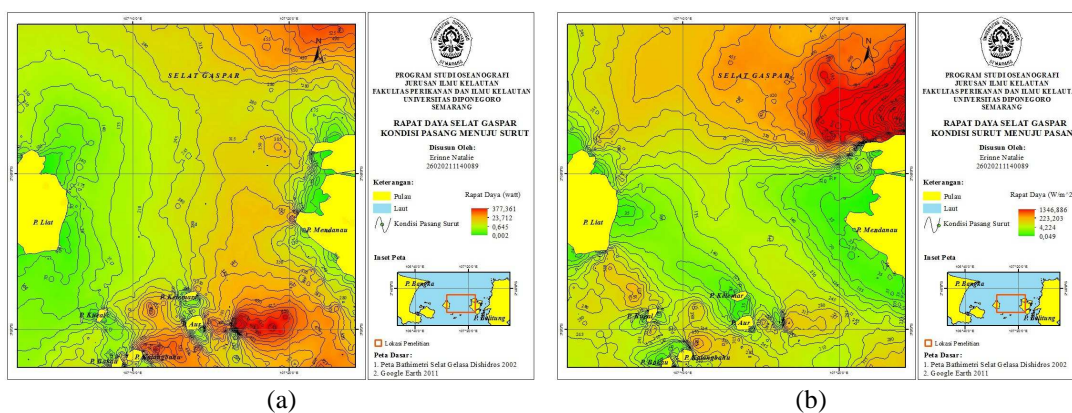
Potensi Energi Arus Laut

Hasil pendekatan simulasi pemodelan numerik memperlihatkan nilai kecepatan arus minimum terjadi saat kondisi pasang dan surut. Kecepatan arus maksimum terjadi saat kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang.

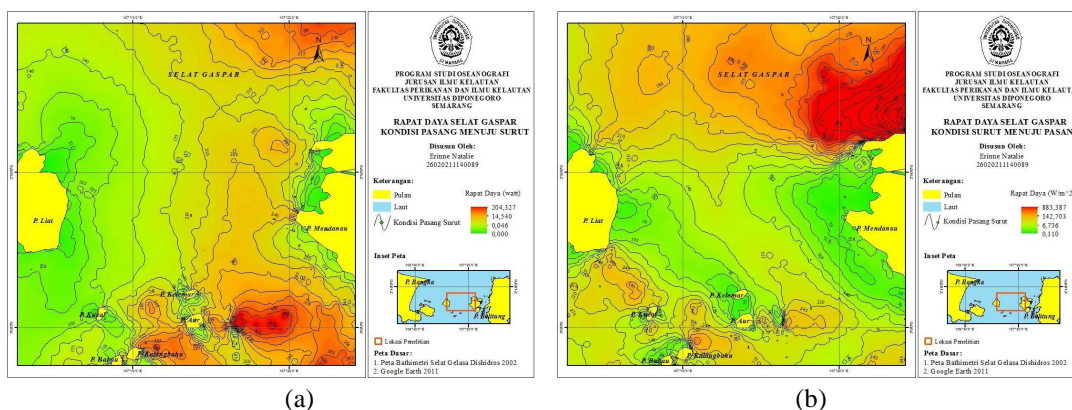
Perhitungan potensi rapat daya dilakukan dengan mengkonversi nilai kecepatan arus minimum dan maksimum total sehingga didapat nilai rapat daya setiap kondisi.

Tabel 2. Perhitungan Rapat Daya

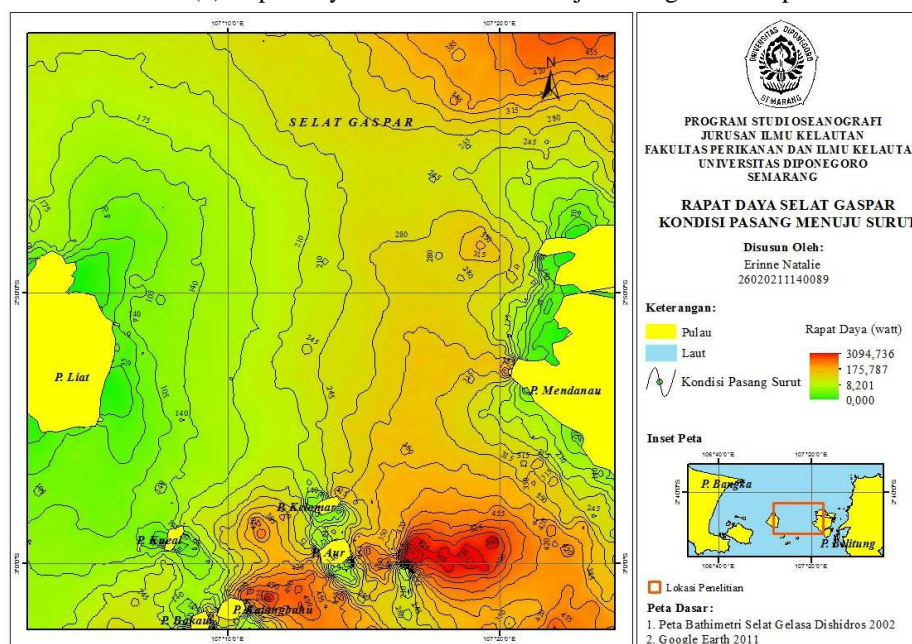
Kondisi	Kecepatan Arus (m/det)			Rapat Daya (W/m^2)		
	Jul	Sept	Des	Jul	Sept	Des
Pasang	0,081	0,087	0,524	0,272	0,337	73,737
Pasang menuju surut	0,903	0,736	1,821	377,361	204,327	3094,736
Surut	0,075	0,069	0,385	0,261	0,168	29,246
Surut menuju pasang	1,380	1,199	2,120	1346,886	883,387	4883,165



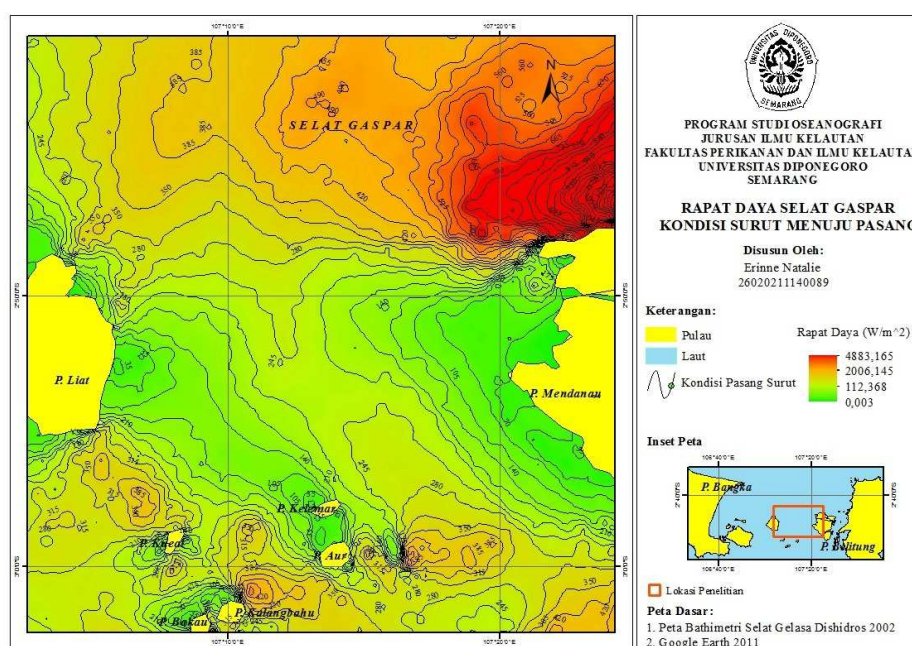
Gambar 7. (a) Rapat Daya Kondisi Pasang menuju Surut Bulan Juli
(b) Rapat Daya Kondisi Surut menuju Pasang Bulan Juli



Gambar 8. (a) Rapat Daya Kondisi Pasang menuju Surut Bulan September
(b) Rapat Daya Kondisi Surut menuju Pasang Bulan September



Gambar 9. Rapat Daya Kondisi Pasang menuju Surut Bulan Desember



Gambar 10. Rapat Daya Kondisi Surut menuju Pasang Bulan Desember

Gambar 7 – Gambar 10 menunjukkan potensi energi dengan warna merah dan konversi daya dari nilai kecepatan arus dapat dilihat pada Tabel 6.

Warna merah yang muncul saat kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang memiliki potensi mencapai $4883,165 \text{ W/m}^2$ pada bulan Desember. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Moreno (2008) bahwa kecepatan arus berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan, sedangkan saat kondisi pasang dan surut potensi yang dihasilkan kecil, hanya mencapai $73,737 \text{ W/m}^2$.

Potensi energi dapat dilihat berdasarkan probabilitas setiap musim. Musim barat memiliki potensi yang lebih besar dibandingkan dengan musim timur dan musim peralihan II.

Musim barat memiliki potensi yang besar karena dipengaruhi oleh beberapa faktor pembatas yang diberikan, yaitu kecepatan arus memiliki nilai rata – rata $0,591 \text{ m/det}$ dengan konversi daya sebesar

302,887 W/m². Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Hagerman (2006) bahwa dalam memperkirakan efisiensi dan performa turbin dibagi menjadi beberapa bagian keluaran (*cut in speed*) yang didasarkan oleh fungsi kecepatan aliran arus.

Interval kecepatan arus perairan Selat Gaspar berada diatas *cut in speed*, yaitu 0,3 m/det. Kondisi *cut in speed* tersebut sudah memulai pergerakan dan menghasilkan daya yang semakin meningkat menuju titik keseimbangan dari arus laut, namun perairan Selat Gaspar kurang berpotensi dalam pemanfaatan energi arus laut karena kecepatan maksimum hanya terjadi pada bulan Desember.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kondisi perairan Selat Gaspar untuk pemanfaatan potensi energi alternatif dapat disimpulkan bahwa karakteristik arus laut bulan Juli, September, dan Desember dipengaruhi oleh pasang surut, namun lebih didominasi angin. Kecepatan arus mengalami pengurangan seiring dengan bertambahnya kedalaman sampai mendekati dasar.

Kecepatan arus maksimum terjadi saat kondisi surut menuju pasang bulan Desember di kedalaman 1 m dari permukaan laut, yaitu sebesar 2,120 m/det dengan daya yang dihasilkan mencapai 4883,165 W/m² dan terletak pada koordinat 2°46'22"LS 107°23'49"BT. Kecepatan tersebut tidak terus menerus karena hanya terjadi pada bulan Desember (musim barat), oleh karena itu perairan Selat Gaspar kurang berpotensi dalam pemanfaatan energi arus laut.

Daftar Pustaka

- Erwandi. 2005. Sumber Energi Arus: Alternatif Pengganti BBM, Ramah Lingkungan, dan Terbarukan. Laboratorium Hidrodinamika Indonesia BPP Teknologi, Jakarta, 5 hlm.
- Fang, G., Susanto, D., Soesilo, I., Zheng, Q., Qiao, F. and Wei, Z. 2005. A Note on the South China Sea Shallow Inter-ocean Circulation. *Advances in Atmospheric Sciences*, 22(6): 946 – 954.
- Hadi, S. dan Radjawane, I. 2009. Arus Laut. ITB Press, Bandung, 155 hlm.
- Hagerman, G. 2006. EPRI North American Tidal in Stream Power Feasibility Demonstration Project: Methodology for Estimating Tidal Current Energy Resources and Power Production by Tidal in Stream Energy Conversion (TISEC) Devices. EPRI, America.
- Kasiram, M. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif. UIN Malang Press, Malang, 149 hlm.
- Meirobi, I. 2008. Setitik Cahaya di Lorong yang Gelap. Belitung Press, Bangka Belitung, 54 hlm.
- Moreno, N. 2008. Ocean Current's Energy: How to Produce Electrical Energy Thanks to Marine Current. Hogskolan I Gavle, 23p.
- Sugiono, A. 2015. Permasalahan dan Kebijakan Energi Saat Ini. *Dalam: Prosiding Peluncuran Buku Outlook Energi Indonesia 2014 dan Seminar bersama BPPT dan BKK – PII, Tangerang Selatan*, pp. 9 – 16.
- Susanto, D., Wei, Z., Adi, R.T., Fan, B., Li, S. dan Fang, G. 2013. Observations of the Karimata Strait throughflow from December 2007 to November 2008. *Acta Oceanol. Sin.*, 32(5): 1 – 6.
- Yuningsih, A. dan Masduki, A. 2011. Potensi Energi Arus Laut untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Flores Timur, NTT. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(1): 13 – 15.